

DOI: <https://doi.org/10.33238/ReBECM.2020.v.4.n.3.25352>

NOCIONES MATEMÁTICAS EN EL AULA DE MÚSICA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

MATHEMATICAL NOTIONS IN THE MUSIC CLASSROOM IN PRIMARY EDUCATION

NOÇÕES MATEMÁTICAS NA SALA DE AULA DE MÚSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Mónica Arnal-Palacián¹Lorena Ruiz-Rosa²Macarena Merchán del Álamo³

Resumen: En este trabajo se ha considerado que las matemáticas y la música pueden trabajarse de forma conjunta en un aula de educación primaria. En primer lugar se ha revisado la evolución histórica de ambas disciplinas y a continuación las investigaciones relativas a experiencias multidisciplinarias y la legislación educativa vigente. A partir de ello se establecen como objetivo introducir nociones matemáticas en el aula de música y comprobar la importancia de la multidisciplinariedad entre ambas, pese al inexistente nexo en común en el currículo español. Para ello, se llevan a cabo tres actividades en las que se trabajan los números racionales, sus operaciones y el mínimo común múltiplo desde el ámbito matemático, y las notas, el pulso y las melodías desde el ámbito musical.

Palabras clave: Educación Matemática; Educación Musical; Educación Primaria; Multidisciplinariedad.

Abstract: In this work it has been considered that mathematics and music can be worked together in a primary education classroom. Firstly, the historical evolution of both disciplines has been reviewed, and later the research related to multidisciplinary experiences and the current educational legislation. Based on this, the objective was established to introduce mathematical notions in the music classroom and to demonstrate the importance of multidisciplinary between the two, despite the lack of a common link in the Spanish curriculum. For it, three activities are carried out in which rational numbers, their operations and the least common multiple from the mathematical field, and notes, pulses and melodies from the musical field are worked on.

Keywords: Mathematics Education; Music Education; Primary Education; Multidisciplinary.

Resumo: Neste trabalho, foi considerado que a matemática e a música podem ser trabalhadas em conjunto em uma sala de aula de educação primária. Primeiramente, a evolução histórica de ambas as disciplinas foi revista e, posteriormente, as pesquisas relacionadas às experiências multidisciplinares e à

¹ Doctora en Educación y Licenciada en Matemáticas. Profesora en Didáctica de las Matemáticas en Universidad de Zaragoza, España. E-mail: marnalp@unizar.es

² Maestra en Educación Primaria con mención en Educación Musical. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España. E-mail: l.ruizros@alumnos.urjc.es

³ Maestra en Educación Primaria con mención en Educación Musical. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España. E-mail: m.merchan.2016@alumnos.urjc.es

DOI: <https://doi.org/10.33238/ReBECem.2020.v.4.n.3.25352>

legislação educacional atual. Com base nisso, foi estabelecido o objetivo de introduzir noções matemáticas na sala de aula de música e ver a importância da multidisciplinaridade entre os dois, apesar da falta de um elo comum no currículo espanhol. Para este fim, são realizadas três atividades nas quais são trabalhados números racionais, suas operações e os múltiplos menos comuns do campo matemático, e notas, pulsos e melodias do campo musical.

Palavras-chave: Educação Matemática; Educação Musical; Ensino Fundamental; Multidisciplinar.

1 Introducción

Una pregunta que recorre la realidad e inunda las mentes de algunos estudiantes de educación primaria con respecto a las materias de música y de matemáticas es: ¿puedo trabajarlas de forma conjunta?

Tomando la investigación de Edo (2012) consideramos que la música potencia el desarrollo de la atención, la concentración y la discriminación. Asimismo, ayuda a reflexionar, conocer y representar aspectos lógicos, de medida, de aritmética y de geometría, siempre y cuando el maestro se lo proponga. Además, Custodio y Cano-Campos (2017) afirman que la música es un tipo de lenguaje que permite comunicar, evocar emociones, y mejorar ciertas habilidades cognitivas. En esta misma línea, Jauset (2018) determina que si un alumno tiene un aprendizaje particular de un instrumento musical, estos conocimientos le ayudarán con respecto al aprendizaje matemático, debido a que el desarrollo cerebral de ambas materias reside en el mismo lugar.

Intentando encontrar una respuesta surge la elaboración de este estudio. ¿Cómo a través de una propuesta didáctica en la que se introducen nociones matemáticas pueden entenderse conceptos musicales, e incluso mejorar el desempeño general de la materia?

El objetivo principal que pretende alcanzarse con este trabajo es introducir nociones matemáticas en el aula de música y analizar los resultados del desempeño de los alumnos en estas actividades. Además, como objetivo específico, se pretende demostrar la importancia de la materia de música como elemento transversal en otros contenidos de educación primaria, aunque en el currículo no guarde relación con las demás y se reserve al mero placer y disfrute, relacionándola con el arte.

Esta investigación se va a presentar en tres apartados: el primero está dedicado a la revisión bibliográfica, especialmente a la relación existente entre la música y las matemáticas en otros trabajos; el segundo la metodología empleada; en el tercero se analizan las respuestas de los alumnos. Finalmente se exponen las conclusiones del

trabajo.

2 Marco teórico

En la revisión bibliográfica se han tenido en cuenta la evolución histórica conjunta de las dos disciplinas - la música y las matemáticas - las incursiones previas de ambas en Educación Primaria, y la legislación educativa española.

2.1 La música y las matemáticas: evolución histórica conjunta

La relación entre la música y las matemáticas se remonta a la época Pitagórica, a partir del experimento de la vibración de una cuerda y su emisión de sonido.

La música, tal y como afirman Luque y Pérez (2004), está formada por un conjunto de sonidos que han sido seleccionados bajo algún criterio que los califica como agradables, aunque estos criterios son relativos a cada cultura y en consecuencia no son universales. Fueron los pitagóricos quienes comenzaron a experimentar sobre aquello que puede calificarse como agradable.

A Pitágoras se le atribuye haber establecido la correspondencia entre los intervalos musicales y las razones matemáticas de una cuerda, descubriendo que algunos intervalos podrían producir razones simples en la cuerda. Cada nota del pentagrama viene determinada por una longitud de cuerda, y todo múltiplo o submúltiplo sonará igual de agradable (ABDOUNUR, 2009).

Miyara (2005) recoge en la relación entre las proporciones de cuerda y la denominación del sonido, véase Tabla 1:

Tabla 1. Relación entre proporciones y sonido

Sonido fundamental	Octava	Quinta	Cuarta	Tercera Mayor	Tercera Menor	Sexta Mayor	Sexta Menor
1	2	$3/2$	$4/3$	$5/4$	$6/5$	$5/3$	$8/5$

Fuente: Miyara (2005, p.2)

La escala sistematizada tiene siete notas obtenidas por encadenamiento de quintas y de octavas. Es decir, partiendo de un sonido, se toma primero su quinta, multiplicando su frecuencia por $3/2$), posteriormente la quinta de la quinta, y así sucesivamente hasta completar un número deseado de sonidos. Si consideramos la escala más simple, es decir, los tomados de la escala de sostenidos y bemoles, tomamos siete sonidos: Fa, Do, Sol, Re, La, Mi y Si. Sin embargo, la escala obtenida por

Pitágoras trata que la frecuencia de las notas vayan en aumento paulatino a partir de Do Mayor, con lo que el sistema de notas resultante es Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si y Do.

Además de por la relación numérica existente con el experimento, la enseñanza en esta época incluía a la aritmética y la música de forma conjunta. La aritmética permitía la comprensión del universo y la música era un ejemplo de la armonía universal (MIYARA, 2005).

También en la Grecia clásica aparece el concepto de *Quadrivium*, reconocido por ser el bloque de las ciencias, que consta principalmente de música, aritmética, geometría y astrología. Esta clasificación la hizo por primera vez el filósofo Aristóteles, y la denominó artes mecánicas y el *Trívium* como artes liberales. Argüello-Miranda (2014) las clasifica como artes reales que tienen su origen tanto en la ciencia matemática como en el medio natural y rematan las artes liberales unidas al *Trívium*.

Ya en la Edad Media se continuaron utilizando las consonancias: la octava, la quinta y la cuarta. A partir del siglo XV surgen los tonos y los semitonos que se determinan a partir del sistema pitagórico. El tono es la diferencia entre el diapente y diatesarón (OTAOLA; GONZÁLEZ, 2000).

De Gaínza (1998) relata que, en la época medieval únicamente se acaba utilizando la escala diatónica con tres consonancias, pero en el Renacimiento estas consonancias se enriquecen con otras nuevas, así como con nuevas alteraciones en la armadura de clave. Esto supone la apertura de un frente entre la teoría y la práctica musical.

Debe mencionarse que en la Edad Media comienza a entenderse la música como una materia más cercana al área de matemáticas (en lo referente a geometría o aritmética). Principalmente se le dota de importancia como una de las asignaturas principales, formando así parte del área de Matemáticas ya que, se entendía más como ciencia que como expresión artística. No será hasta siglos más tarde cuando esta disciplina se entenderá como expresión matemática a la par que emociones y sentimientos, hablando de una sensibilización en este campo (HOPPIN, 2000).

A principios de la época renacentista, tal y como narra Dumanoir (2018), la ciencia musical y matemática aún van unidas, tal y como lo marcaba el currículo de la época, el *Quadrivium*, con la única diferencia de que determinados conceptos indispensables como son armonía y proporción pasarán a una categoría mayor, llegándolo a relacionar con el acceso al conocimiento de la creación (elevándolo a

niveles cósmicos).

Siglos después se dota a esta materia con símbolos más humanos. Un ejemplo de ello, tal y como relata Willems (1981), es que se debe destacar el término de *educación musical* frente al de *enseñanza musical*, ya que la primera sirve para desarrollar las aptitudes que el ser humano posee. Este autor muestra una perspectiva donde la educación musical es una disciplina que, más allá de nociones matemáticas, tiene que formar parte del aprendizaje de un niño desde una perspectiva psicológica, sensorial, terapéutica, social y artística. De esta forma se aleja del sentido que se le daba siglos atrás cuando esta materia formaba parte del *Quadrivium*, mostrándola así como parte de la disciplina matemática y donde algunos autores, como Boecio, se centraban en una teoría de la música donde la melodía y el arte estaban lejos de ser reconocidas.

2.2 La música y las matemáticas: aprendizaje multidisciplinar

La enseñanza de las matemáticas tiene como objetivo poder aportar a los estudiantes diferentes herramientas con las que puedan explicar, representar y predecir la realidad mediante diversos factores. Además, para comprender la realidad en la que el alumnado se desenvuelve es necesario tener unos conocimientos a nivel elemental para poder comprender y realizar acciones en la vida cotidiana como pueden ser realizar la compra, medir, cocinar, etc. (GODINO et al., 2004).

Por otro lado, la enseñanza de la música tiene como fin el desarrollo integral de los estudiantes, ya que implica a las capacidades sensoriales, las intelectuales, las sociales, las emocionales, las afectivas, etc. consiguiendo potenciar la atención, la percepción, la creatividad, la cooperación, entre otros (GAMBOA, 2016).

Las matemáticas y la música han sido trabajadas por multitud de autores en diferentes etapas educativas. Casals, Carrillo y González-Martín (2014) revisan esta amplia bibliografía entre la que destacan los estudios de Anderson (2014), Rothstein (1995), Steinitz (1996), Vaughn (2000) y Xenakis (1992).

Y es que trabajar la música y las matemáticas de manera interdisciplinar proporciona beneficios innumerables, permitiendo ayudar a los estudiantes a asociar conceptos de ambas disciplinas, con una educación integral y no fragmentada (CHAO; MATO; CHAO, 2015).

La mayor parte de los estudios están enfocados en las etapas de Educación Infantil (LÁZARO; RIAÑO, 2009; AYALA et al., 2003) y de Educación Secundaria

Obligatoria (ARENZANA; ARENZANA, 1998). Además, existen estudios en los que se ha detectado una mejora en las habilidades matemáticas superiores tras haber realizado estudios musicales (BOYD, 2013; CHEEK; SMITH, 1999)

En Educación Primaria, Venegas, Tejada, Rodrigo, Thayer, Lecaros y Petrovich (2013) desarrollaron una propuesta que relaciona la representación de eje de coordenadas con la frecuencia del sonido en el tiempo. Para ello, generaron metáforas significativas que relacionaban estas dos nociones, desarrollaron un prototipo funcional y evaluaron el programa por profesores y alumnos.

Actualmente, y desde principios del siglo XX, en el panorama educativo diversos autores proponen diferentes metodologías que resultan ser efectivas para el mantenimiento de la educación musical en los centros educativos. Sin embargo, la materia se encuentra estancada por el modelo teórico establecido en toda Europa (DE GAINZA, 2010).

A pesar de este estancamiento temporal, cabe mencionar la existencia de una propuesta europea, denominada *European Music Portfolio: Sounding ways into Mathematics*, que intenta trabajar cada disciplina en base a la relación de las matemáticas y la música de manera conjunta.

Además, cada vez se llevan a cabo más proyectos digitales que aúnan ambas materias en el aula, como por ejemplo *Matemusicant*. Este proyecto presenta recursos audiovisuales en los cuales se explican contenidos matemáticos a través de canciones, como por ejemplo el teorema de Thales.

2.3 Relación entre las matemáticas y la música en la legislación educativa española

La legislación educativa española vigente en la actualidad, Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013), pretende enseñar las diferentes nociones matemáticas relacionándolas con situaciones familiares de los alumnos, adquiriendo conocimientos nuevos a partir de experiencias ya vividas y de los conocimientos adquiridos anteriormente. Se desarrollan competencias matemáticas básicas y se inicia la resolución de problemas donde se necesiten los siguientes conocimientos básicos: operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones. En el caso particular de este estudio, nos centraremos en las operaciones elementales de cálculo. Durante los últimos años se han contemplado diferentes puntos

de vista que, a pesar de ser valorados como óptimos en un primer momento, se han ido modificando, corrigiendo o declinando con el paso del tiempo.

Respecto a la música, cabe reseñar que, aunque era impartida con anterioridad, se incluye por primera vez como materia específica de Educación Primaria en la LOMCE. Previamente, en 1981, cuando el Ministerio de Educación y Ciencia propuso una serie de reformas en la educación donde la educación plástica y la educación musical comenzaron a tener un papel más relevante. Desde 1990 el profesorado que imparte esta materia cuenta con una especialidad de educación musical en su formación universitaria de magisterio de educación primaria.

La legislación educativa española, bajo la que se ha desarrollado la propuesta didáctica de este trabajo, no contempla actualmente ninguna vinculación entre ambas materias, aunque de manera general sí se indique que se deban proponer actividades que fomenten el aprendizaje de varias materias al mismo tiempo. En particular, “el fomento y la promoción de la investigación, la experimentación y la innovación educativa” (LOMCE, 2013, p. 17). Además, algunas zonas geográficas españolas proponen la siguiente orientación metodológica: las matemáticas tienen carácter instrumental, siendo la base fundamental para la adquisición de nuevos conocimientos en otras disciplinas.

3 Metodología

En el apartado metodológico se describe la muestra, el contexto y los recursos disponibles para poder realizar la propuesta, así como el desarrollo de la misma.

3.1 Muestra, contexto y recursos disponibles

En esta investigación participaron 40 alumnos de educación primaria, 20 de 4º de curso y 20 de 6º, de un centro educativo de una localidad madrileña (España). Este centro utiliza un método de trabajo por proyectos, fundamentado principalmente en la colaboración grupal tanto en el ámbito centro escolar-alumno como en el centro escolar-familia el cual se centra en que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea tarea de todos, basándose en lemas tales como “aquí todos aprendemos”, “me enseñáis y os enseño” o “ayuda activa a todos los compañeros”. Existe un epicentro único: el alumno como sujeto de aprendizaje.

Los alumnos cuentan con una clase de música a la semana, por lo que el profesor titular de la asignatura utiliza una metodología activa, implicando al máximo la

colaboración del alumnado, fomentando así el gusto por la interpretación de una obra musical y una armonía entre la relación profesor-alumno.











Los recursos utilizados en el aula de música son: el equipo de audiovisuales y algunos instrumentos de como son el bombo, los triángulos y las claves.

Además, se ha requerido del programa Musescor⁴, con el que se han realizado las líneas melódicas a transmitir a los alumnos. Gracias a ello no ha sido necesario realizar impresiones en papel, ya que además se disponía de una Tablet por grupo.

3.2 Desarrollo de la propuesta

La propuesta didáctica en la que interactúan las matemáticas y la música está compuesta por tres actividades: la melodía perfecta, el pañuelo del mínimo común múltiplo y crea tu melodía.

Tabla 2. Equivalencia de notas musicales aportada a los alumnos

Nombre	Figura	Silencio	Valor/pulsos
Redonda			4 Tiempos
Blanca			2 Tiempos
Negra			1 Tiempo
Corchea			½ Tiempo
Semicorchea			¼ Tiempo

Fuente: Elaboración propia

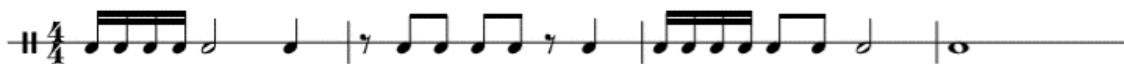
3.2.1 La melodía perfecta

En esta actividad se dividió a la clase en cuatro grupos heterogéneos. A cada uno de los cuales se le proporcionó una tablet. A través de ella se proponen diferentes líneas melódicas. Sirvan como ejemplo las figuras 2 y 3. Figura 2. con el objetivo de que realizasen la operación matemática correspondiente. Durante el transcurso de la misma se pretendía que los alumnos supiesen leer las diferentes notas musicales y la relación con su fracción relativa, además de adquirir la destreza de resolución de las operaciones con fracciones llegando a su resultado final.

⁴ Musescor es un software de notación musical gratuito para la creación de partituras.

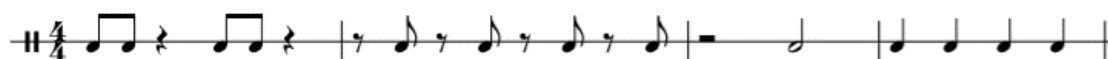
Una vez finalizada la primera línea melódica, debían continuar con las siguientes, hasta un total de cuatro por grupo.

Figura 1: Primera melodía



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Segunda melodía



Fuente: Elaboración propia

Una vez terminada la tarea, toda la clase debía tocar a modo de percusión corporal (palmas, pitos, pisadas, etc...) cada una de las líneas melódicas.

3.2.2 El pañuelo del mcm

Durante actividad se dividió a la clase en dos grupos heterogéneos. A cada alumno se le asignó un número y en medio de los dos grupos hay un pañuelo que la docente sujeta. Además, a cada grupo se le asigna un compás diferente: al primero un compás de $\frac{4}{4}$ y al segundo de $\frac{3}{4}$.

La profesora nombró de viva voz un número al azar. Antes de que cada niño vaya a por el pañuelo, tienen que saber en qué momento pueden ir a por él. Los niños comienzan a contar sus compases, con una fracción distinta, al unísono todos los miembros de cada grupo. En el momento en el que coincidan en el mismo número de pulso, la persona que tuviese el número que la profesora hubiese dicho al principio tenía que salir a por el pañuelo de inmediato, pues es su número. En el caso de no coincidir se vuelve a comenzar la actividad. El alumno que cogiese el pañuelo debía comunicar al docente en qué compás lo había obtenido. Un ejemplo de coincidencia se encuentra en la Figura 3, donde la coincidencia se ha dado en el número 12. Será el alumno con este número el que deba ir hacia el pañuelo.

La actividad pretende que el alumando sea capaz de identificar el compás en el que ambos pulsos confluyen e, intrínsecamente, llegar a calcular el mínimo común múltiplo de dos valores numéricos.

Figura 3: Coincidencia de pulsos

1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 **1** 2 3 4 1 2 3 4
1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 **1** 2 3 1 2 3 1 2

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Crea tu melodía

En el transcurso de esta actividad la clase estuvo agrupada por parejas. A cada pareja se le asignaron unas instrucciones y condiciones, claves para formar una melodía: la fracción de compás que debían seguir, determinadas notas, silencios que deben asignar y la elección propia del título de la composición. En todo caso se recalcó que no podían indicar la fracción de compás que estuviesen siguiendo.

Una vez que la pareja haya terminado su melodía se pasa a la pareja de al lado, indicando la fracción de compás en las que estén divididas las notas. Una vez establecido el compás resultante tenían que determinar las notas a la par que realizaban con palmas cada una.

El objetivo de esta actividad radica en utilizar correctamente las notas y barras de compás, así como conocer la duración de cada una de las notas y sus silencios, y en fomentar la imaginación.

4 Resultados

La evaluación de cada una de las actividades se valoró tanto globalmente como individualmente. En los tres casos se han considerado los aspectos relacionados con el nivel de competencias adquiridas en base a la consecución de los objetivos de cada una.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las actividades que conforman la propuesta.

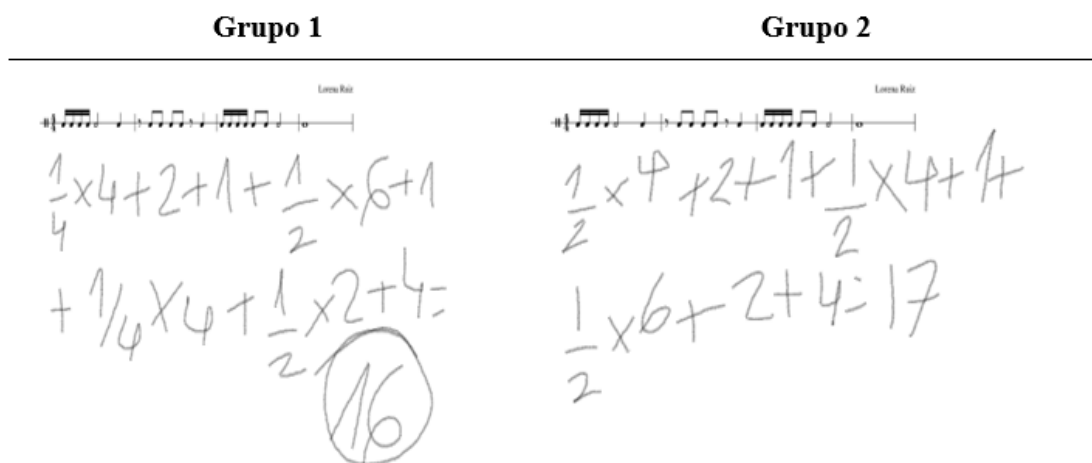
4.1 La melodía perfecta

Esta actividad se repitió durante tres sesiones, comprobando una mejora en el transcurso de la misma.

En lo que refiere a la primera sesión (véase Figura 4), detectamos que los grupos utilizan la tabla de equivalencias de las notas musicales y las fracciones, y

posteriormente realizan la operación aritmética. Como muestra de las evidencias de estos resultados, tomamos una de las líneas melódicas del Grupo 1 y del Grupo 2.

Figura 4: Actividad 1 resuelta. Primera sesión

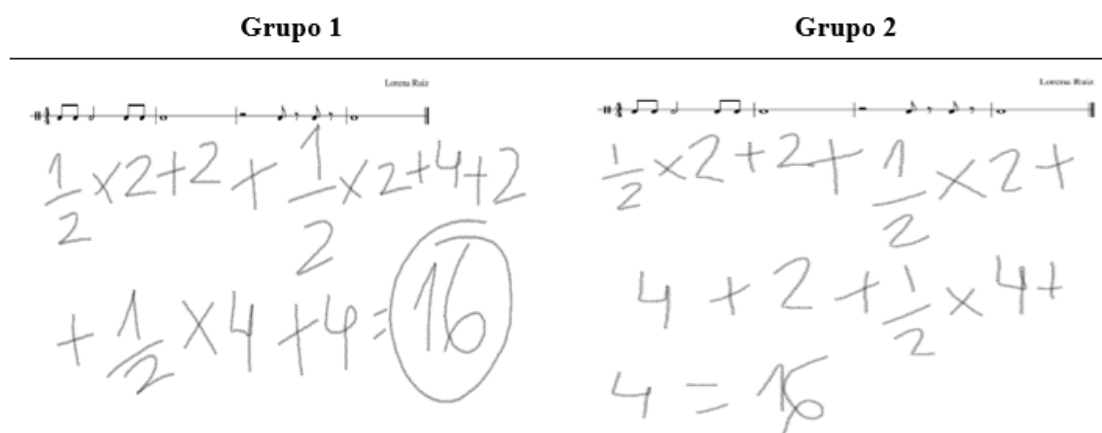


Fuente: Elaboración de los alumnos en el aula

El primer grupo realiza correctamente los cálculos matemáticos y su interpretación musical, mientras que el Grupo 2 realiza bien los cálculos numéricos, pero no interpreta correctamente las notas musicales y sus tiempos.

Los errores musicales del Grupo 2 quedaron subsanados en sesiones posteriores (véase Figura 5), a partir de la ayuda prestada por sus compañeros y la práctica, con palmas, realizada en el aula.

Figura 5: Actividad 1 resuelta por dos grupos. Tercera sesión



Fuente: Elaboración de los alumnos en el aula

Durante el transcurso de las tres sesiones observamos que, incluso con líneas melódicas más complicadas, los alumnos que necesitan mejorar en matemáticas muestran un gran interés y mejoran su ejecución en cuanto a equivalencias, operaciones y resultados. Esto no había sido subsanado en el aula de matemáticas utilizando exclusivamente las operaciones aritméticas, sin el uso de la música.

4.2 El pañuelo del mcm

En esta actividad se ha observado que durante el desarrollo de las dos primeras sesiones los alumnos no consiguieron mantener la concentración requerida. El motivo atribuido fue la composición de dos grandes grupos, pudiendo darse fácilmente la distracción. Una vez percibieron que era necesario regular la voz para no desconcentrar al equipo contrario en el desempeño de la actividad no experimentaron mayor dificultad.

En la primera sesión, después de realizar la actividad con los ejemplos de varios compases se consiguió encontrar el número común, llegando a explicar cómo habían llegado a él y, en consecuencia, encontrando el mínimo común múltiplo, mcm, de dos números dados. Esta noción, el mcm no había tenido aplicación práctica previamente en el aula de matemáticas.

Figura 6: Desempeño actividad 3



Fuente: Elaboración propia

4.3 Crea tu melodía

Durante el transcurso de esta actividad, algunas parejas encontraron que sus compañeros habían olvidado indicar la fracción de compás, aunque cumplieron con las notas que debían poner sin un error destacado.

Los alumnos crearon estructurares musicales con ascendencias y descendencias, con una razón de segundas y, a lo sumo, cuartas. Se llegó incluso a la creación de melodías completas, con títulos como por ejemplo pueden ser: “Mi vida en clase de música” o “Cuando mi profe se enfada”.

5 Conclusiones

Con este trabajo ha sido posible la creación de una propuesta que aúne de forma conjunta la música y las matemáticas. Para ello, se tuvieron en cuenta investigaciones previas. En esta revisión se evitó, de forma consciente, los estudios que profundizan en contenidos matemáticos no recogidos en Educación Primaria, introduciendo por ejemplo vectores o integrales, en los cuales también se establecen relaciones entre ambas disciplinas.

En base a lo anterior, se ha logrado además llevar a cabo la propuesta en un centro educativo que no se caracteriza por el uso de ninguna metodología particular.

Gracias a la primera actividad, los estudiantes han llegado a realizar diferentes operaciones aritméticas, utilizando números naturales y racionales, basándose en una línea melódica en el aula de música. Este hecho refleja las oportunidades de multidisciplinariedad que pueden desarrollarse ente ambas materias.

En la segunda actividad se consigue comprender las nociones musicales de pulso y compás, llegando a estimular su oído y su ritmo. Además, desde una mirada matemática, se ha adquirido la noción mínimo común múltiplo. A su vez, esta actividad llega incluso a ser satisfactoria con aquellos alumnos que habitualmente tienen un menor rendimiento en el aula de matemáticas.

Con la tercera actividad se ha logrado que los alumnos creen una melodía en un pentagrama, siendo capaces de seguir una serie de peticiones, y trabajen las fracciones de manera coherente y cohesionada.

Como conclusión puede afirmarse que, después de los resultados arrojados tras el desarrollo de la propuesta, los alumnos son capaces de realizar tareas que relacionen los contenidos de ambas disciplinas – matemáticas y música – mejorando incluso el rendimiento de cada una de ellas. No se ha dejado solo al mero placer y disfrute las actividades del aula de música, sino que han servido para la adquisición de diferentes nociones matemáticas. Alcanzándose así el principal objetivo de este trabajo.

Agradecimientos

Grupo S60_20R-Investigación en Educación Matemática en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón para el periodo 2020-2022.

Bibliografía

ABDOUNUR, O. J. Razones, proporciones y pensamiento proporcional en la música pitagórica: un abordaje histórico-didáctico. In J. Giménez (Ed.), **La proporción: arte y matemáticas**. Barcelona: Editorial Graó, 2009, p. 61-86.

ANDERSON, M.E., A Three-Part Study in the Connections Between Music and Mathematics. **Undergraduate Honors Thesis Collection**, 193. Butler University, 2014.

ARENZANA, V.; ARENZANA, J. Aproximación matemática a la música. Números. **Revista de didáctica de las matemáticas**, v.35, p.17-31, set, 1998.

ARGÜELLO-MIRANDA, E. **Replanteamiento de la revista de las artes Quadrivium: aplicación gráfica impresa y digital**. Dissertação (Mestrado em Artes Plásticas com ênfasis em Design Gráfico). Facultad Bellas Artes, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2014.

AYALA, G.; GILABERT, A.; GILABERT, M.T.; LÓPEZ, I.; MARTÍNEZ, M.E.; NAVARRO, V.; PÉREZ, I.; ROS, I. El Desarrollo del Pensamiento Lógico-Matemático a través de los Cuentos y las Canciones en Educación Infantil. Educar en el 2000: **Revista de formación del profesorado**, v.6, p.82-86, fev, 2003.

BOYD, J. R. **The relationship between music participation and mathematics achievement in middle school students**. Dissertação (Doutorado em Education). Liberty University, Virginia, EEUU, 2013.

CASALS, A.; CARRILLO, C.; GONZÁLEZ-MARTÍN, C. La música también cuenta: combinando matemáticas y música en el aula. **LEEME**, v.34, p.1-17, dez, 2014.

CHAO, R.; MATO, M. D.; CHAO, A. Actividades interdisciplinarias de matemáticas y música para Educación Infantil. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, vol. Extr., n.6, p.32-36, 2015.

CHEEK, J. M.; SMITH, L.R. Music training and mathematics achievement. **Adolescence**, v.34, n.136, p.759-761, 1999.

CUSTODIO, N.; CANO-CAMPOS, M. Efectos de la música sobre las funciones cognitivas. **Revista de Neuro-psiquiatría**, v.80, n.1, p.60-69, jan, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.33238/ReBECeM.2020.v.4.n.3.25352>

DE GAINZA, V. H. F. Salinas y la teoría musical de finales del Renacimiento. **Arbor**, v.160, n.628, p.371-392, abr, 1998.

DE GAINZA, V. H. Temas y problemáticas de la educación musical en la actualidad. **Aula**, v.16, p.33-48, fev, 2010.

DUMANOIR, V. **Música y literatura en la España de la Edad Media y del Renacimiento**. Madrid, Casa de Velázquez, 2018.

EDO, M. Situaciones interdisciplinarias para el desarrollo del pensamiento matemático en educación infantil en la formación de maestros. En Marín, M. y Climent, N. (eds.), **Investigación en educación matemática. Comunicaciones de los grupos de investigación. XV Simposio de la SEIEM**, Ciudad Real, 2012, p. 427-453.

GAMBOA, A. Educación musical: escenario para la formación del sujeto o un pariente pobre de los currículos escolares. **Saber, Ciencia y Libertad**, v.12, n.1, p.211-220, jan, 2016.

GODINO, J. D.; BATANERO, C.; CID, E.; FONT, V.; RUIZ, F.; ROA, R. **Matemáticas para maestros**. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada, 2004.

HOPPIN, R. H. **La música medieval**. Madrid: Ediciones AKAL, 2000.

JAUSET, J. A. **Música y neurociencia: La musicoterapia**. Fundamentos, efectos y aplicaciones terapéuticas. 2 ed. Editorial UOC. 2018.

LÁZARO, C.; RIAÑO, M. Números con Ritmo. **UNO. Revista de didáctica de las matemáticas**, v.52, p.106-115, jul, 2009.

LUQUE, C.J.; PÉREZ-ALCÁZAR, J. H. ¿Tenía razón Pitágoras? Sobre gnomones y tetractys, música y física. **Civilizar**. Universidad Sergio Arboleda Bogotá, v.4, n.6, p. 221-240, jun, 2004.

MATEMUSICANT. **Música, matemàtiques, humor, ironia**. Disponible em: <http://matemusicant.blogspot.com/p/recursos.html>. Acesso em: 5 jul. 2020.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA. Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. **Boletín Oficial del Estado**, n. 295, 2013.

MIYARA, F. La música de las esferas: de Pitágoras a Xenakis... y más acá. In: **Apuntes para os seminários do Departamento de Matemática**. Faculdade de Ciências Exatas, Engenharia e Agrimensura da Universidade Nacional de Rosario, Argentina, 2005, p. 1-19.

DOI: <https://doi.org/10.33238/ReBECeM.2020.v.4.n.3.25352>

OTAOLA, P.; GONZÁLEZ, P. O. **Tradición y modernidad en los escritos musicales de Juan Bermudo**. Del Libro primero (1549) a la Declaración de instrumentos musicales (1555). Edition Reichenberger, Kassel, 2000.

ROTHSTEIN, E. The Inner Life of Music and Mathematics. **Math Horizons**, v.3, n.2, p.6-8, fev, 1995.

STEINITZ, R. Music, maths & chaos. **The Musical Times**, v.137, n. 1837, p.14-20, mar, 1996.

VAUGHN, K. Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. **Journal of aesthetic education**, v.34, n.3/4, p.149-166, 2000.

VENEGAS, A.; TEJADA, J.; RODRIGO, P. C.; THAYER, T.; LECAROS, A.; PETROVICH, M. Audiográficos: implementación y evaluación de un programa informático para el aprendizaje de la interpretación y representación matemática de coordenadas a través de la música y el sonido. **Revista Electrónica de LEEME**, v.32, p.135-155, dez, 2013.

WILLEMS, E. **El valor humano de la educación musical**. 1 d. Buenos Aires: Paidós, 1981.

XENAKIS, I. **Formalized music**: thought and mathematics in composition. 6 ed. Hillsdale, New York: Pendragon Press, 1992.

Recebido em: 08 de julho de 2020

Aceito em: 29 de julho de 2020